

**Anorganic porous shaped product and process for the production of the same.**

**Patent number:** DE3923284

**Publication date:** 1990-08-23

**Inventor:**

**Applicant:**

**Classification:**






**- international:** **C04B28/26; C04B28/00;** (IPC1-7): C04B7/32;  
C04B14/06; C04B14/36; C04B18/16; C04B22/02;  
C04B22/06; C04B28/26; C04B38/02

**- european:** C04B28/26

**Application number:** DE19893923284 19890714

**Priority number(s):** DE19893923284 19890714

**Also published as:**

	EP0407921 (A2)
	JP3060474 (A)
	EP0407921 (A3)
	DD296676 (A5)
	EP0407921 (B1)

**Report a data error here**

Abstract not available for DE3923284

Abstract of corresponding document: **EP0407921**

The inorganic foam body consists of an at least partially open-cell mixture, foamed and hardened by heating, of alkali metal water glass and a filler from the group comprising alumina, silica, alumina cement, powdered rock and graphite or mixtures thereof. It is produced by heating a mixture of alkali metal water glass, at least one filler from the group comprising alumina, silica, alumina cement, powdered rock and graphite with a blowing agent, preferably azodicarboxamide, to temperatures of at least 180 DEG C, preferably 200 to 300 DEG C. The foam body has an apparent density within the range of 50 - 500 kg/m<3>, preferably 50 - 400 kg/m<3>.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**Anorganic porous shaped product and process for the production of the same.**

**Patent number:** DE3923284

**Publication date:** 1990-08-23

**Inventor:**

**Applicant:**

**Classification:**


**- international:** **C04B28/26; C04B28/00;** (IPC1-7): C04B7/32;  
C04B14/06; C04B14/36; C04B18/16; C04B22/02;  
C04B22/06; C04B28/26; C04B38/02

**- european:** C04B28/26

**Application number:** DE19893923284 19890714

**Priority number(s):** DE19893923284 19890714

**Also published as:**

 EP0407921 (A2)  
JP3060474 (A)  
EP0407921 (A3)  
DD296676 (A5)  
EP0407921 (B1)

**Report a data error here**

Abstract not available for DE3923284

Abstract of corresponding document: **EP0407921**

The inorganic foam body consists of an at least partially open-cell mixture, foamed and hardened by heating, of alkali metal water glass and a filler from the group comprising alumina, silica, alumina cement, powdered rock and graphite or mixtures thereof. It is produced by heating a mixture of alkali metal water glass, at least one filler from the group comprising alumina, silica, alumina cement, powdered rock and graphite with a blowing agent, preferably azodicarboxamide, to temperatures of at least 180 DEG C, preferably 200 to 300 DEG C. The foam body has an apparent density within the range of 50 - 500 kg/m<3>, preferably 50 - 400 kg/m<3>.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 39 23 284 C 2

⑳ Aktenzeichen: P 39 23 284.0-45  
㉔ Anmeldetag: 14. 7. 89  
㉕ Offenlegungstag: —  
㉖ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 23. 8. 90  
㉗ Veröffentlichungstag  
des geänderten Patents: 18. 11. 93

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
C 04 B 38/02  
C 04 B 28/26  
C 04 B 22/06  
C 04 B 14/06  
C 04 B 18/16  
C 04 B 22/02  
C 04 B 7/32  
C 04 B 14/36

DE 39 23 284 C 2

Patentschrift nach Einspruchsverfahren geändert

㉚ Patentinhaber:  
Giesemann, Herbert, Dipl.-Ing., 79801 Hohentengen,  
DE  
  
㉛ Vertreter:  
von Kreisler, A., Dipl.-Chem.; Selting, G., Dipl.-Ing.;  
Werner, H., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., 50667 Köln;  
Schönwald, K., Dr.-Ing., 50968 Köln; Fues, J.,  
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Böckmann gen. Dallmeyer,  
G., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 50667 Köln

㉜ Erfinder:  
gleich Patentinhaber  
  
㉝ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
DE-PS 32 46 621  
DE-AS 19 34 855  
DE-AS 14 71 005  
DE-AS 11 98 271  
DE-AS 11 54 752  
DE-OS 17 96 260  
WO 89 05 783

㉞ Anorganischer Schaumstoffkörper und Verfahren zur Herstellung desselben

DE 39 23 284 C 2

## Beschreibung

Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind anorganische Schaumstoffkörper, die zumindest teilweise offenzellig sind und vorzugsweise aus einem abbindefähigen Gemisch und einem Schaumbildner hergestellt worden sind. Sie sind vor allem geeignet als faserfreie, hochfeuerfeste thermische Dämmstoffe, die in bisher nicht bekannter Weise höchste Wärmedämmung und längste Formwiderstandsfähigkeit bei den höchsten Brandtemperaturen in sich vereinigen.

Alle organischen Schaumdämmstoffe haben zwar sehr günstige Dämmwerte, lösen sich aber bei Temperaturbelastungen zwischen 100°C und 200°C abtropfend oder abschmelzend unter Rauchbildung und zum Teil unter Abgabe toxischer Gase auf.

Die DE-B-11 54 752 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung von glasartigen porösen Formkörpern. Dabei werden die glasartigen porösen Formkörper derart hergestellt, daß das faserige silikatische Material mit Alkalisilikaten im Verhältnis von 0,02 bis 0,7 zu 1 in wäßriger Lösung aufgeschlossen und gelöst, getrocknet, zerkleinert und auf Temperaturen zwischen 700 und 900°C erhitzt wird. Vorzugsweise kann der Formkörper mit üblichen Überzugsmitteln in flüssiger Form überzogen werden. Im porösen Körper können weiterhin zur Erhöhung der Stabilität Metallnetze oder Streckblech eingelegt werden.

Die DE-B-11 98 271 beschreibt ein Verfahren zur Erhöhung der Feuer- und Hitzebeständigkeit von Bauplatten, wobei Suspensionen von wasserhaltigen Alkalisilikatpartikeln mit fein verteilten Stoffen, die die Alkalisilikate bei erhöhten Temperaturen in wasserunlösliche Silikate überführen sollen, vermischt und diese Suspension auf die Oberflächen der Bauplatten aufgebracht werden. Dabei können auf die getrockneten Alkalisilikatschichten Kunststoffolien oder Metallfolien aufkaschiert werden.

Die DE-B-14 71 005 beschreibt ebenfalls faserhaltige Brandschutzplatten aus Alkalisilikaten, wobei die Platten gegen den Einfluß von Wasser mit Schutzüberzügen versehen sein können.

Die DE-A-17 96 260 beschreibt eine schäumbare keramische Zusammensetzung aus keramischen Rohstoffen, Wasserglas und auf Stickstoff basierendem organische blasenbildendem Wirkstoff mit einer Zersetzungstemperatur von 100 bis 250°C. Als Wirkstoff wird unter anderem Azodikarbonamid genannt. Die Raumdichte der geschäumten Keramik weist eine offene oder halb geschlossene Zellenstruktur mit einem spezifischen Gewicht von 0,6 bis 1,0 g/l auf.

Die DE-B-19 34 855 beschreibt ebenfalls ein Verfahren zur Herstellung eines geschäumten Keramikproduktes auf der Basis von Wasserglas und Treibmitteln, bei der durch ein anorganisches Treibmittel eine Raumdichte von 0,5 g/l erreicht wird.

Anorganische Dämmstoffe hingegen bleiben zwar formbeständig innerhalb der Temperaturbereiche von 250°C bis 1100°C, stellen jedoch einen unbefriedigenden Kompromiß dar zwischen der möglichst hohen Dämmung gegen die Hitze und der unbedingt erforderlichen Formbeständigkeit bei Brandtemperaturen zwischen 750°C und 1200°C. Die Glas- und Mineralfaserdämmstoffe haben zwar niedrige Wärmeleitzahlen, sind jedoch nur belastbar im Brandfall bis 750°C. Ein weiterer Nachteil ist, daß diese schon in diesem Bereich wegen der empfindlichen Faserstruktur einem Löschwasserstrahl mit 2 bar (DIN 4102, Teil 2, 6.2.10) oder einem Stoßdruck von 10 N/m nicht standhalten können (DIN 4102, Teil 2, 6.2.9).

Die faserfreien Gasbeton- und Blähvermiculitedämmplatten haben zwar eine Formbeständigkeit bis 1100°C, weisen aber eine material- und verfahrensbedingte Rohdichte von 600 bis 1000 kg/m<sup>3</sup> auf; in diesem Bereich aber ist die Wärmeleitzahl von 0,1 bis 0,3 W/mK noch sehr ungünstig.

Einen Überblick über die derzeit bekannten organischen und anorganischen Schaumstoffdämmkörper gibt nachstehende Tabelle 1:

Tabelle 1

	Rohdichte kg/m <sup>3</sup>	Wärmeleitzahl W/mK	Grenztemperatur- belastbarkeit*)	
Polystyrolschaum (abschmelzen Rauch- und Gasbildungen)	15—35	0,035	80° C	5
Polyurethanschaum (Rauch- und Gasbildung)	30—50	0,030	130° C	10
PVC-Schaum	30—50	0,035—0,040	150° C	
Amino- und Phenoplastschaum	15—50	0,035—0,040	120—140° C	
Glaswolle	Matten- und Plattenform 30—200	0,035—0,050	500° C	15
Mineralwolle	Matten- und Plattenform 30—400	0,035—0,060	750° C	20
Glasschaum	135	0,045	460° C	
Gasbeton	600—900	0,1—0,2	1100° C und höher	
Bläh-Vermiculite	700—900	0,1—0,3	1100° C und höher	25
Bläh-Perlite	700—900	0,1—0,3	800° C	

\*) Dauerbelastbarkeit 180 bis 360 min nach DIN 4102. Kurzfristig (d. h. einige Minuten) kann oftmals höher erhitzt werden.

Aus der obigen Zusammenstellung geht unter anderem hervor, daß Wärmebeständigkeit oberhalb von 800° C bisher nur erzielt werden kann mit Materialien, die ausgesprochen schlechte Wärmeleitahlen aufweisen.

Bezüglich der Widerstandsfähigkeit bei höheren Temperaturen hat man sich international auf eine Einheits-Temperaturzeitkurve (ETK) entsprechend der DIN-Norm 4102 geeinigt. Diese sieht hinsichtlich der Volumenbeständigkeit von Baustoffen im Brandfall wie folgt aus:

nach 30 min (t-min)	822 K
60 min	925 K
90 min	986 K
120 min	1 029 K
180 min	1 090 K
360 min	1 194 K

Es besteht somit nach wie vor ein echtes Bedürfnis nach einem Werkstoff, der bezüglich der Rohdichte innerhalb des Bereiches von 50 bis 400 kg/m<sup>3</sup> liegt und damit eine Wärmeleitahl im Bereich von 0,035 bis 0,055 W/mK aufweist, aber dennoch bei Temperaturen bis zu 1200° C und höher völlig feuerbeständig und volumenbeständig ist.

Es ist bekannt, daß Luft bzw. Gas die besten Dämmstoffe sind. Ein Teil der Wärmeleitung bei Luft und Gasen erfolgt durch Zirkulation. Erst wenn die Porenräume relativ klein werden und Durchmesser von 2 mm und kleiner aufweisen, wird die Luftzirkulation so gering, daß sie physikalisch vernachlässigt werden kann.

Aufgabe dieser Erfindung war es somit, einen Schaumdämmstoff zu finden und ein Verfahren zu seiner Herstellung zu entwickeln, um die folgende Lücke zu schließen: Eine möglichst niedrige Wärmeleitahl, um damit die Brandhitze von dem zu schützenden Körper, z. B. tragende Stahlstützen, fernzuhalten, deren kritische Temperatur bei 500° C liegt und dabei eine möglichst hohe mechanische Widerstandsfähigkeit im Temperaturbereich bis 1200° C zu erhalten.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung bestand darin, diese mechanische Widerstandsfähigkeit über den Bereich einer günstigen Druckfestigkeit (DIN 4102, Teil 2, 6.2.9 und 6.2.10) dieses Schaumstoffkörpers hinaus auf eine hohe Biegefestigkeit, Oberflächenabriebhärte, Zug- und Scherfestigkeit, Kerbschlagzähigkeit, aber auch höchste Gas- und Dampfdiffusionsdichte, Wasserfestigkeit, UV-Beständigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen Schimmelbildung und Bakterien zu erreichen. Insbesondere ging es somit darum, einen anorganischen Schaumstoffkörper zu entwickeln, der zumindest teilweise offenporig ist, leicht herzustellen ist, aber dennoch bei sehr hohen Temperaturen noch formbeständig ist.

Es wurde jetzt gefunden, daß diese Aufgabe überraschend einfach gemäß dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 gelöst werden kann. Als Schaumbildner kommen insbesondere hochwirksame organische Schaumbildner in Frage, wie Azodicarbonamid. Anorganische Schaumstoffkörper, wie Schaumbeton, wurden bisher entweder dadurch hergestellt, daß man aus Zement, Wasser und einem Detergens einen stabilen Schaum herstellte, der hydraulisch abgebunden hat oder indem man dem Gemisch aus Zement und Wasser Aluminium-

pulver zugab, welches durch Gasbildung zum Aufschäumen des Betons vor dem Abbinden führte. Beide Verfahren haben aber nur zu Produkten geführt, die noch immer relativ hohe Raumdichten und damit relativ schlechte Wärmeleitzahlen aufwiesen. Bei der Herstellung von Schaumglas wurden überwiegend anorganische Gasbildner oder Wasserdampf zum Aufschäumen verwendet. Diese Verfahren haben sich als technisch relativ aufwendig erwiesen. Die Schaumgläser weisen bezüglich Dämmwert und Brandfestigkeit nur einen kostspieligen Kompromiß dar, so daß sie bei weitem nicht die technische Bedeutung erlangt haben, die man sich von ihnen versprochen hat. Außerdem haben diese Materialien den Nachteil, nur geschlossenporig herstellbar zu sein.

Aufgeschäumtes Wasserglas ist bezüglich der thermischen Eigenschaften noch viel schlechter als Schaumgläser. Hinzu kommt noch die völlig fehlende Wasserbeständigkeit. Es war daher zunächst nicht zu erwarten, daß ein Gemisch aus Wasserglas und den erfindungsgemäßen Füllstoffen beim Aufschäumen zu anorganischen Schaumstoffkörpern führen würde, die hervorragende Eigenschaften aufweisen. Dabei war weiterhin zu beachten, daß die bisher verwendeten anorganischen Schaumbildner bei derartigen Gemischen zu völlig unbefriedigenden Ergebnissen geführt haben. Überraschenderweise sind vor allem organische Schaumbildner, wie Azodicarbonamid, hervorragend geeignet, Gemische aus Wasserglas und den erfindungsgemäß verwendeten Füllstoffen aufzuschäumen und in Schaumkörper der gewünschten Qualität zu überführen.

Erstaunlicherweise ist auch die Wasserbeständigkeit und die Wasserdampfbeständigkeit der erfindungsgemäßen Schaumstoffkörper hervorragend. Dies beruht offensichtlich darauf, daß die erfindungsgemäßen Füllstoffe in der Lage sind, bei den Temperaturen des Aufschäumens mit dem Wasserglas zumindest oberflächlich chemisch zu reagieren und dabei das wasser- und wasserdampfeempfindliche Wasserglas in wasserunempfindliche Silicate zu überführen. Diese chemischen Reaktionen finden vor allen Dingen statt mit Aluminiumoxid und Siliciumdioxid sowie Füllstoffen, die hiervon einen ausreichenden Anteil enthalten. Graphit als Füllstoff allein führt zwar zu weniger wasserbeständigen Schaumstoffkörpern, zeigt jedoch im Gemisch mit den anderen Füllstoffen hervorragende Eigenschaften bezüglich Wärmedämmung und Brandschutz. Es erschien zunächst verwunderlich, daß der an sich brennbare Graphit in den erfindungsgemäßen Schaumstoffkörpern dennoch zu guten Werten bezüglich Feuerbeständigkeit führt. Wahrscheinlich ist dies darauf zurückzuführen, daß die Oberfläche des Graphits mit einer glasigen Schicht aus Natriumsilicat überzogen ist, welche die Oxidation durch Sauerstoff inhibiert.

Von entscheidender Bedeutung für die Herstellung der erfindungsgemäßen Schaumstoffkörper ist die Wirkungsweise und Wirksamkeit des Schaumbildners. Alle bisher bekannten anorganischen Schaumbildner, wie Natriumbicarbonat, Ammoniumbicarbonat, Ammoniumcarbonat oder Peroxide, sind nicht in der Lage, Gemische aus Wasserglas und Füllstoffen beim Erwärmen so weit aufzuschäumen, daß Rohdichten unter  $500 \text{ kg/m}^3$  entstehen. Dementsprechend sind auch die Wärmeleitzahlen derartiger Produkte deutlich schlechter. Es ist somit erstmals durch Verwendung eines organischen Schaumbildners, wie Azodicarbonamid gelungen, Gemische aus Wasserglas und Füllstoffen so aufzuschäumen und zu stabilisieren, daß Produkte mit den gewünschten Eigenschaften entstehen konnten. Dabei ist zu beachten, daß Azodicarbonamid sich ab etwa  $170^\circ\text{C}$  ausreichend schnell zersetzt. Erfindungsgemäß wird deshalb auf Temperaturen  $200$  bis  $300^\circ\text{C}$  erwärmt, wobei gleichmäßig lockere, teilweise offenzellige Produkte entstehen. Je nach Mengenverhältnis Wasserglas : Füllstoff einerseits und dem Zusatz des Treibmittels ist es möglich, Rohdichten zwischen  $50$  bis  $400 \text{ kg/m}^3$  herzustellen.

Bekanntlich können anorganische Medien, wie Glas, Porzellan und keramische gebrannte Produkte nicht elastifiziert werden. Naturgemäß müssen Schaumstoffe mit dünnen Wandungen von  $0,001$  bis  $0,0001 \text{ mm}$  mechanisch empfindlich sein, weil sie sprödhart sind. Nur Kunststoffzellwandungen sind elastisch. Anorganische Schaumstoffkörper müssen aber auch eine Mindeststabilität bei der Produktion, dem Transport und beim Einbau, besonders im Bauwesen, aufweisen. Deshalb wurden weiterhin Verfahren und Ausführungsformen der Erfindung entwickelt, die auch diese Aufgabe erfüllen. Die erfindungsgemäßen Schaumstoffkörper mit einer Rohdichte von  $80$  bis  $400 \text{ kg/m}^3$  werden dazu nur in den Randzonen mit einer Mischung aus Alkaliwasserglas und anorganischen Füllstoffen, wie Aluminiumoxid, Quarzmehl usw., imprägniert. Praktisch kann dies erfolgen durch Übersprühen oder kurzes Eintauchen des Körpers bis zu der gewünschten Tiefe und anschließendes Trocknen bei Temperaturen über  $100^\circ\text{C}$ . Insbesondere für diese Art der Nachbehandlung ist die offene Zellstruktur notwendig. Erfindungsgemäß bleibt der größte Teil des Schaumstoffkörpers in der gewünschten niedrigen Rohdichte für die günstige Wärmedämmung, die mechanisch beanspruchte Randzone jedoch weist eine größere mechanische Stabilität auf. Bei größeren Dimensionen des Schaumstoffkörpers kann man diese Randzonenverstärkung auch durch zweimaliges Imprägnieren verbessern, indem man zunächst eine Mischung mit geringerer Viskosität und dann beim zweiten Mal eine Mischung mit höherer Viskosität verwendet.

In diesem Stadium des Verfahrens haben die erfindungsgemäßen Schaumstoffkörper schon eine gewisse Mindeststabilität, sind jedoch noch gas- und wasserdampfdurchlässig. Die Werte liegen zwischen  $5$  und  $50 \text{ }\mu\text{m}$ . In einigen Fällen der Praxis ist diese Atmungsaktivität nach dem Einbau erwünscht, meist ist diese Wasser- und Wasserdampfaufnahmefähigkeit jedoch ungünstig, weil ein durchnäßter Dämmstoffkörper eine wesentlich erhöhte, ungünstigere Wärmedämmung aufweist. Wasser hat eine Wärmeleitzahl von  $0,58 \text{ W/m. K.}$ , Eis hingegen sogar von  $2,2 \text{ W/m. K.}$  Weiterhin bewirkt das Gefrieren des Wassers in einem porösen Dämmstoffkörper eine gefährliche Sprengwirkung.

In diesen besonderen Fällen der Praxis muß das Eindringen des Wassers unbedingt vermieden werden. Es läßt sich dazu auf diesen in den Randzonen verstärkten anorganischen Schaumkörper eine kompakte Schicht aufsprühen oder aufrakeln, bestehend beispielsweise aus pastösem Gemisch aus Alkaliwasserglas und anorganischem Füllstoff. Anschließend wird getrocknet wie nach den vorhergehenden Imprägnierungen. Die Haltbarkeit dieser äußeren Deckschicht wird aber erst durch das Verfahren der Randzonenverstärkung erreicht, da diese dadurch statisch in der Tiefe des Körpers verankert ist. Andernfalls würde diese Schicht keine feste Bindung haben und sich leicht ablösen. Diese Bindung in die Tiefe erfolgt vorzugsweise mit dem gleichen adhäsiven Bindematerial des Alkaliwasserglases, so daß kein fremdes Adhäsivmedium nötig ist. Will man diese Deckschicht

hinsichtlich der Diffusionsdichte noch verstärken, so kann diese z. B. mit einer Aluminiumfolie mit einer Stärke von beispielsweise 0,05 mm überzogen werden, wobei das Alkaliwasserglas wiederum ein günstiges Adhäsivmedium für diese Metallfolie darstellt. Sofern es sinnvoll oder nötig ist, kann diese Aluminiumfolie wiederum mit einer Schicht aus dem oben erwähnten pastösen Gemisch überzogen werden.

Die Aluminiumfolie hat zusätzlich eine erfreulicherweise beachtliche Zugfestigkeit. Da eine Biegefestigkeit in der Praxis, wie oben geschildert, oft dringend notwendig ist und die Bruchgefahr eigentlich beseitigt sein muß, wurden weitere Versionen erprobt, die überraschenderweise ein hervorragendes Ergebnis zeigten.

Bereits während des Aufschäumungsprozesses der anorganischen Medien zum Schaumkörper wurden feine Stahldrahtgewebe in den Randzonen eingebaut. Dabei tritt durch die Gewebestruktur keinerlei Behinderung des Aufblähens ein. Die Gewebe befinden sich dadurch in den richtigen Zonen, in denen die Biegefestigkeit in den Verbundkörpern erforderlich ist. Die Fig. 1 erläutert dies näher. Man kann bekanntlich dann von einem Verbundkörper zweier verschiedener Medien sprechen, wenn diese erst im Verbund die angestrebte Wirkung erzielen. Das setzt unter anderem voraus, daß bei der statischen Beanspruchung dieser Verbund auch erhalten bleibt. Die ist erfindungsgemäß der Fall, weil die Adhäsivwirkung sehr hoch ist und bei höheren Temperaturen auch erhalten bleibt, da die Ausdehnungskoeffizienten der beiden Medien — anorganische Substanz und Stahl — glücklicherweise nahezu gleich sind.

Daneben kann man aber auch zusätzlich oder ausschließlich die Zugarmierung in die kompakte Deckschicht einsetzen mit der gleichen Adhäsivwirkung zwischen den beiden Medien. Da diese Adhäsivwirkung zwischen dem Alkaliwasserglas als hitzefestem Kleber auch mit anderen Medien möglich ist, können auch eingesetzt werden Glasfasergewebe, Glasrovings, Zelluloseprodukte wie Natronkraftpapier oder mit Wasserglas imprägnierte Pappe, gelochte Metallfolien oder -bleche mit runden oder quadratischen Löchern, wobei der Lochanteil zwischen 50 und 80% Flächenanteil liegt.

In all diesen Fällen entstehen Verbundwerkstoffe mit hoch interessanten Eigenschaften, weil das Innere die sehr gute Wärmedämmung und sehr hohe thermische Widerstandskraft gegen die sehr hohen Brandtemperaturen aufweist, während die äußeren anorganischen Zonen die erforderlichen hohen mechanischen Druck-, Biege- und Scherfestigkeiten und gegebenenfalls völlig wasser- und gasdampfdiffusionsdichte Schichten aufweisen. Der schlagartig einsetzende hohe Druck eines Wasserstrahls auf diese Schaumkörper, z. B. als Ummantelung von Stahlstützen in Wolkenkratzern, kann die Formbeständigkeit auch bei sehr hohen Brandtemperaturen nicht beeinträchtigen.

Die erfindungsgemäßen Schaumstoffdämmkörper können somit je nach endgültigem Verwendungszweck in vielseitiger Weise als Verbundschaumstoffkörper modifiziert und mit anderen Materialien kombiniert werden.

Wegen der Adhäsivwirkung der oben beschriebenen Gemische kann auch so vorgegangen werden, daß sowohl Schaumkörper mit dem geringen Raumgewicht von 100 bis 200 kg/m<sup>3</sup> hergestellt werden, als auch solche mit Raumgewichten von 300 bis 400 kg/m<sup>3</sup> und schließlich massive kompakte Platten mit Zugarmierungen, die dann alle miteinander verklebt werden. Dies ist in Fig. 2 dargestellt.

Gerade die Schutzfunktion der Ummantelungen von Stahlträgern und Stahlstützen bei Stahlkonstruktionen, insbesondere bei Wolkenkratzern, ist für die Sicherheit von Menschen und Material im Brandfall von größter Bedeutung. Wegen der häufigen Überbelastung solcher Gebäude mit Starkstromleitungen einerseits und brennbaren Medien in der Ausstattung mit Kunststoffen usw. andererseits, muß aber stets mit Bränden gerechnet werden.

Obwohl das äußerliche Aussehen und die Kratzfestigkeit (die Härte beträgt nach der Moh'schen Skala 8—9) der obersten anorganischen, beliebig gefärbten Deckschicht aus obiger Mischung völlig ausreichend ist, kann diese Schicht auch noch mit Glasuren, Sperrholz- oder Marmorverkleidungen usw. überzogen werden.

Die erfindungsgemäßen Schaumstoffkörper können somit je nach endgültigem Verwendungszweck in vielseitiger Weise modifiziert und mit anderen Materialien kombiniert werden.

Als Alkaliwassergläser kommen die handelsüblichen Produkte in Frage. Vorzugsweise wird Natriumwasserglas eingesetzt von der Qualität 38 Beaumé. Höher konzentrierte Natriumsilicatlösungen werden insbesondere durch den Füllstoffgehalt zu viskos. Bei einer Verdünnung unter 20 Beaumé muß unnötig viel Wasser verdampft werden, ohne daß es der Stabilität des Produktes nützt.

Der Gehalt an Füllstoffen kann in relativ weiten Grenzen variiert werden. Vorzugsweise werden Mengenverhältnisse von 1 : 1 bis 1 : 5 gewählt.

Als Aluminiumoxide können handelsübliche Produkte verwendet werden, die mehr oder weniger rein sind. Es ist sogar möglich, Rotschlamm zu verwenden, der aus Aluminiumoxid besteht, welches mit erheblichen Mengen Eisenhydroxid verunreinigt ist. Es hat sich gezeigt, daß auch Abmischungen zwischen Aluminiumoxid mit Rotschlamm, Quarzmehl und Tonerdezement sehr günstige Eigenschaften aufweisen. Beispielsweise steigt die Druckfestigkeit, wenn man Quarzmehle verschiedener Körnungen mischt.

Als SiO<sub>2</sub> kann feingemahlener Quarzsand verwendet werden sowie mehr oder weniger reine gefällte Kieselsäuren.

Tonerdezement enthält sowohl Aluminiumoxid als auch SiO<sub>2</sub> und kann erfindungsgemäß ohne weiteres verwendet werden. Als Gesteinsmehl kommen insbesondere solche in Frage, die eine ausreichende Menge SiO<sub>2</sub> und/oder Aluminiumoxid enthalten. Als Graphit können die handelsüblichen Qualitäten verwendet werden, wobei hydrophile Qualitäten sich leichter verarbeiten lassen als hydrophobe. Die Schichtstruktur des Graphits macht ihn besonders geeignet für Produkte mit Rohdichten von 70 bis 100 kg/m<sup>3</sup> sowie als eine Komponente von Füllstoffmischungen.

Die Menge an organischen Treibmitteln, wie Azodicarbonamid, kann wiederum in relativ weiten Grenzen variiert werden, wobei es vor allem darauf ankommt, in welchem Maße aufgeschäumt werden soll. Mengen zwischen 5 und 15 Gew.-% des Ansatzes haben sich gut bewährt. Sie weisen jedenfalls genügend Treibkraft auf, um die Gemische aus Wasserglas und Füllstoff beim Erhitzen im gewünschten Maße aufzuschäumen. Das

## DE 39 23 284 C2

Aufschäumen erfolgt durch Erwärmen auf Temperaturen, bei denen einerseits das Azodicarbonamid bereits ausreichend rasch zerfällt und andererseits das Gemisch aus Wasserglas und Füllstoff sich noch verformen läßt. Dies geschieht bei Temperaturen zwischen 200 und 300°C.

Erläuterungen zu den Fig. 1 bis 2:

- 5 Fig. 1a Schaumstoffkörper mit einer Rohdichte im Innern von ca. 120 kg/m<sup>3</sup>,  
Fig. 1b Randzone verstärkt durch Imprägnierung, Rohdichte ca. 300 kg/m<sup>3</sup>,  
Fig. 1c kompakte, kratzfeste und diffusionsdichte Deckschicht,  
Fig. 2a Schaumstoffkörper, Rohdichte im Innern ca. 120 kg/m<sup>3</sup>,  
Fig. 2b zugfeste Armierung als Einlage,  
10 Fig. 2c kompakte, kratzfeste und diffusionsdichte Deckschicht,  
Fig. 2d zugfestes Strahldrahtgewebe als Einlage und  
Fig. 2e Randzone verstärkt durch Imprägnierung, Rohdichte ca. 300 kg/m<sup>3</sup>.

Typische Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens und der dabei erhaltenen Produkte sind in den nachfolgenden Beispielen zusammengestellt:

### Beispiel 1 (Zwischenprodukt)

Es wird ein Gemisch aus

- 20 1000 g Natrium- oder Kaliumwasserglas, 38 Baumé,  
700 g Quarzmehl feiner Körnung, und  
77 g Azodicarbonamid

gut miteinander vermischt. Die viskose Masse wird in einem Ofen von +220°C eingegeben. Nach etwa 20 Minuten hat sich die Masse auf etwa das 10fache Volumen aufgebläht. Die Oberfläche weist eine geschlossene Gußhaut auf. Aus dieser Masse lassen sich nach dem Abkühlen leicht geometrische Formkörper aussägen. Sie weisen noch einen Wassergehalt im Natriumsilicat von 20 bis 25 Gew.-% auf. Dieses Wasser kann durch eine Nachtrocknung mit Temperaturen auch unterhalb von 100°C entfernt werden. Das spezifische Gewicht des getrockneten Produktes beträgt 190 kg/m<sup>3</sup>. Seine Wärmeleitzahl liegt bei 0,054 W/mK. Bei einer Temperaturbelastung bis 1200°C erfolgt keine Verformung. Im Gegenteil, die mechanische Festigkeit wird durch derartiges Erhitzen noch gesteigert. Beim Erhitzen auf diese Temperaturen erfolgt auch keine Qualmbildung.

### Beispiel 2 (Zwischenprodukt)

- 35 1000 g Natriumsilicat, 38 Baumé  
700 g Tonerdezement  
100 g Azodicarbonamid

werden innig gemischt und die Masse auf ein Blech aufgetragen, welches eine Teflonoberfläche aufweist. Das Blech wird in einen Ofen von 220°C eingegeben. Nach 20 Minuten ist die Masse aufgebläht und die Gußhaut verhältnismäßig dicht. Nach dem Abkühlen werden Formkörper ausgesägt und gewogen. Das spezifische Gewicht beträgt 160 kg/m<sup>3</sup>. Nach einem Trocknungsvorgang unterhalb von 100°C sinkt das spezifische Gewicht auf 125 kg/m<sup>3</sup>. Die Wärmeleitzahl beträgt 0,046 W/mK. Die Wärmebelastbarkeit ist die gleiche wie bei dem Material gemäß Beispiel 1.

### Beispiel 3 (Zwischenprodukt)

- 45 1000 g Natriumsilicat, 38 Baumé, werden mit  
700 g Graphit und  
50 120 g Azodicarbonamid

innig gemischt und in einem Ofen von 220°C eingestellt. Nach 20 Minuten ist die Masse aufgebläht. Die ausgesägten Formkörper haben eine spezifische Dichte von 120 kg/m<sup>3</sup>. Nach dem Trocknen beträgt die Dichte nur noch 95 kg/m<sup>3</sup>. Die Wärmeleitzahl beträgt 0,039 W/mK. Die Temperaturbelastbarkeit ist die gleiche wie im Beispiel 1.

### Beispiel 4 (Zwischenprodukt)

- 60 1000 g Natriumsilicatlösung, 38 Baumé  
850 g Aluminiumoxid  
100 g Azodicarbonamid

werden gemischt und, wie oben beschrieben, bei 220°C behandelt. Die herausgesägten Formkörper weisen eine Dichte von 200 kg/m<sup>3</sup> auf und sind porzellanartig weiß. Nach der Trocknung ist die Dichte 155 kg/m<sup>3</sup>. Die Wärmeleitzahl liegt bei 0,049 W/mK und die Druckfestigkeit ist sehr hoch.

Das Beispiel wurde wiederholt, wobei anstatt des Aluminiumoxids Rotschlamm verwendet wurde. Auch hierbei entstand ein ähnliches Produkt mit ziegelroter Farbe.



## Beispiel 5 (Endprodukt)

Der Schaumstoffkörper gemäß Beispiel 1 wurde eingetaucht in eine Lösung aus

1000 g Natriumsilicat, 38 Beaumé, und  
250 g Aluminiumoxid.

5

Diese Lösung dringt beim Eintauchen nur 3 bis 6 mm in die Randzonen ein. Der Körper wurde bei 90°C getrocknet. Danach wurde er in eine konzentrierte Lösung von

1000 g Natriumsilicat, 38 Beaumé, und  
500 g Aluminiumoxid

10

getaucht und wiederum nur 2 mm eingetaucht und wieder getrocknet. Nach dem Erhitzen auf 200°C erhielt man ein Produkt mit wesentlich höherer mechanischer Festigkeit in den Außenschichten. Durch Erhitzen auf 800°C ist die Festigkeit noch mehr angestiegen.

15

Ein Teil dieser Muster wurde mit einer Suspension von

1000 g Natriumwasserglas und  
900 g Aluminiumoxid

20

1 mm stark beschichtet und erneut getrocknet und bei 800°C gebrannt. Es entstand ein Produkt mit einer geschlossenen Haut, die eine Härte auf der Mohs'schen Skala von 8 bis 9 aufwies.

## Patentansprüche

25

1. Anorganischer Schaumstoffkörper bestehend aus einem zumindest teilweise offenzelligen durch Erwärmen geschäumten und gehärteten Gemisch aus Alkaliwasserglas und einem Füllstoff aus der Gruppe Aluminiumoxide, Siliciumdioxide, Tonerdezement, Gesteinsmehl und Graphit oder Gemischen derselben, dadurch gekennzeichnet, daß er eine Rohdichte innerhalb des Bereiches 50—400 kg/m<sup>3</sup> aufweist und daß die äußeren Schichten mit einem ungeschäumten Gemisch aus Alkaliwasserglas und Füllstoff imprägniert und bei erhöhten Temperaturen getrocknet sind.

30

2. Schaumstoffkörper gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der Oberflächen mit einer geschlossenen kompakten Schicht versehen ist.

3. Schaumstoffkörper gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der Oberflächen mit einer zugfesten Verstärkungsschicht verbunden ist.

35

4. Verfahren zur Herstellung eines zumindest teilweise offenzelligen anorganischen Schaumstoffkörpers aus einem abbindefähigen Gemisch und einem Schaumbildner, wobei ein Gemisch aus Alkaliwasserglas, mindestens einem Füllstoff aus der Gruppe Aluminiumoxide, Siliciumdioxide, Tonerdezement, Gesteinsmehl und Graphit mit Azodicarbonamid auf Temperaturen von 200 bis 300°C, erhitzt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Menge an Schaumbildner ausreicht, eine Rohdichte innerhalb des Bereiches 50—400 kg/m<sup>3</sup> zu erzeugen und daß mindestens eine der Oberflächen des Schaumstoffkörpers anschließend mit einem Gemisch aus Alkaliwasserglas und Füllstoff, jedoch ohne Treibmittel, getränkt und erneut erhitzt wird.

40

5. Verfahren gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der Oberflächen mit einer geschlossenen kompakten Schicht versehen wird.

45

6. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der Oberflächen mit einer zugfesten Verstärkungsschicht verbunden wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

50

55

60

65

